

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2002年1月17日 (17.01.2002)

PCT

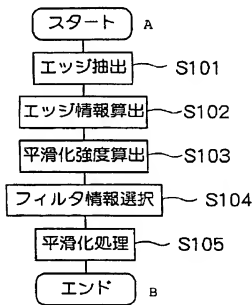
(10) 国際公開番号
WO 02/05544 A1

- (51) 国際特許分類: H04N 1/409, G06T 5/00 [JP/JP]; 〒163-0811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/05915
- (22) 国際出願日: 2001年7月6日 (06.07.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2000-204928 2000年7月6日 (06.07.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)
- (72) 発明者: および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 廣重 陽 (HIROSHIGE, Akira) [JP/JP]. 中見至宏 (NAKAMI, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 弁理士 股部雅紀 (HATTORI, Masaki); 〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸の内一丁目4番12号 アレックスビル8階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, US.
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING METHOD, RECORDING MEDIUM, AND IMAGE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理方法、記録媒体および画像処理装置



A...START
 S101...EXTRACT EDGE
 S102...CALCULATE EDGE INFORMATION
 S103...CALCULATE SMOOTHING INTENSITY
 S104...SELECT FILTER INFORMATION
 S105...SMOOTHING
 B...END

(57) Abstract: The edge of an image is extracted to calculate the edge information which is composed of the magnitude of the edge gradient and the gradient direction. A smoothing intensity is calculated from the brightness of a pixel. From the edge information and the smoothing intensity thus calculated, the filter information is selected. By this selected filter information, electronic data are smoothed. The filter information is preset so that the smoothing operation can be performed at a high speed by selecting proper filter information. Moreover, information within a smoothing range is set to form an elliptical shape for a large gradient and is inclined according to the direction of the gradient. Therefore, the noise in the vicinity of the edge can be eliminated concentrically.

[続葉有]

WO 02/05544 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

画像のエッジを抽出し、エッジの勾配の大きさおよび勾配の方向からなるエッジ情報を算出する。画素の輝度からは平滑化強度を算出する。算出されたエッジ情報および平滑化強度からフィルタ情報を選択する。そして、選択されたフィルタ情報により電子データは平滑化処理される。フィルタ情報はあらかじめ設定されているので、適当なフィルタ情報が選択されることにより高速に平滑化処理できる。また、平滑化の範囲の情報は、勾配が大きいときは楕円形になるように設定され、勾配の向きに応じて傾いている。したがって、エッジの近傍のノイズを集中的に除去することができる。

明細書

画像処理方法、記録媒体および画像処理装置

5 技術分野

本発明は、入力された画像の電子データを平滑化し、雑音を除去する画像処理方法、記録媒体および画像処理装置に関する。

背景技術

- 10 例えばＣＣＤなどの画像入力手段を利用したデジタルスチルカメラ（以下、デジタルスチルカメラを「デジタルカメラ」という。）あるいはスキャナなどの画像入力装置の場合、画像入力手段からは受光した光の量に対応した電気信号だけでなく、不要な電気信号が出力されることがある。出力された不要な電気信号は雑音（以下、雑音を「ノイズ」という。）として画像を構成する電子データに含まれる。特
- 15 に輝度の低い部分、すなわち画像が暗い部分にはノイズが目立って発生する傾向にある。

従来は、そのような画像に含まれるノイズを除去するために、画像を構成する電子データの全部に平滑化処理を実施したり、エッジ情報に基づいて画像に含まれるノイズを除去する方法が利用されている。

- 20 エッジ情報を保持したままノイズを除去する方法として、（ａ）画像のエッジの勾配に応じて平滑化または輪郭を強調する方法、または（ｂ）エッジの方向を検出して平滑化の範囲を変更する方法などが考えられている。ここで、エッジの勾配とは画像を構成する画素の輝度の勾配である。

- しかしながら、（ａ）エッジの勾配に応じて平滑化または輪郭を強調する場合、
- 25 ノイズが比較的少ない平坦部のノイズをも強調し画質が低下するという問題がある

。一方、(b) エッジの方向を検出して平滑化範囲を変更する場合、条件分岐を利用してエッジの方向を検出している。検出角度の精度を高めるためにエッジの方向の検出角度を細かく設定すると、分岐を行うための条件が増大する。そのため、パイプライン処理のような高速化処理を実行することが困難である。また、高速化のためにエッジの方向の検出角度の設定を低減すると、条件分岐における判断に誤りが増大し、エッジのぼけが生じるという問題がある。

さらに、(a) および (b) はそれぞれ単独の機能として実施されており、両者の機能を同時に実施する方法はない。

そこで、本発明の目的は、画像のエッジがぼけたり平坦部のノイズが強調されることなく、ノイズを除去し、かつ高速にノイズを除去処理をする画像処理方法、記録媒体および画像処理装置を提供することにある。

発明の開示

本発明の請求項 1 記載の画像処理方法、請求項 6 記載の記録媒体または請求項 1 記載の画像処理装置によると、エッジに対応したフィルタ情報を用いて電子データは平滑化処理される。また、フィルタ情報はあらかじめ設定され、算出されたエッジ情報に基づいてフィルタ情報を選択するので、複雑な条件分岐処理を実施する必要がなく、例えばパイプライン処理により高速に平滑化処理を実行することができる。したがって、画像のエッジがぼけたり平坦部のノイズが強調されることなく、ノイズを除去することができ、かつ高速にノイズを除去処理することができる。

本発明の請求項 2 記載の画像処理方法または請求項 7 記載の記録媒体によると、フィルタ情報はエッジの勾配が大きくなるにしたがって円形から楕円形に平滑化の範囲が変化するように設定されている。そのため、例えばエッジの勾配が大きくなればなり、なわち輝度の変化が大きいたときは、フィルタ情報の平滑化の範囲は楕円形となり、

エッジに沿って平滑化を実施することができる。したがって、平坦部のノイズが強調されることなく、エッジに沿ってエッジ近傍のノイズだけを除去することができる。

本発明の請求項 3 記載の画像処理方法または請求項 8 記載の記録媒体によると、

- 5 フィルタ情報は勾配の方向と平滑化の範囲の傾きとは同一になるように設定されている。そのため、エッジの形状が変化してもそのエッジの形状に合わせて平滑化の範囲を変化させることができる。

本発明の請求項 4 記載の画像処理方法、請求項 9 記載の記録媒体または請求項 1

- 2 記載の画像処理装置によると、電子データに基づいて輝度を算出し、輝度から平滑化強度を算出している。この平滑化強度およびエッジ情報に基づいてフィルタ情報は選択される。そのため、エッジの輝度によって平滑化強度を変化させることができ、エッジ近傍のノイズを集中的に除去することができる。したがって、平坦部のノイズが強調されることなく、エッジ近傍のノイズだけを除去することができる。

- 15 本発明の請求項 5 記載の画像処理方法、請求項 10 記載の記録媒体または請求項 13 記載の画像処理装置によると、エッジに対応したフィルタ情報を用いて電子データは平滑化処理される。フィルタ情報は算出されたエッジ情報に基づいて作成される。そのため、複雑な条件分岐処理を実施する必要がなく、例えばパイプライン処理により高速に平滑化処理を実行することができる。また、画像に応じて平滑化
- 20 のためのフィルタ情報を変更される。したがって、画像のエッジがぼけたり平坦部のノイズが強調されることなく、画像に応じて効果的にノイズを除去することができる。

図面の簡単な説明

- 25 図 1 は、本発明の一実施例による画像処理方法の処理の流れを示すフロー図であ

る。

図 2 は、本発明の一実施例によるデジタルカメラを示すブロック図である。

図 3 は、本発明の一実施例によるデジタルカメラの処理回路を示すブロック図である。

5 図 4 は、本発明の一実施例によるデジタルカメラの CCD を示す模式図である。

図 5 は、本発明の一実施例による画像処理方法において、エッジの抽出処理を説明するための模式図である。

図 6 は、本発明の一実施例による画像処理方法において、注目画素についてエッジとエッジの勾配の方向との関係を説明するための図である。

10 図 7 は、本発明の一実施例による画像処理方法において、注目画素について平滑化の範囲を説明するための図である。

図 8 は、本発明の一実施例による画像処理方法において、注目画素を中心としたフィルタ情報を示すマトリクスであって、スケーリングパラメータと平滑化の範囲との関係を示す模式図である。

15 図 9 は、本発明の一実施例による画像処理方法において、注目画素を中心としてフィルタ情報を示すマトリクスであって、平滑化強度およびスケーリングパラメータを変化させたときの平滑化の範囲を説明するための図である。

図 10 は、本発明の一実施例による画像処理方法において、平滑化強度 $\sigma = 0.9$ 、スケーリングパラメータ $n = 4$ 、 $m = 1.25$ 、勾配の方向 $\theta_g = 45^\circ$ のときのフィルタ情報を示す模式図である。

図 11 は、本発明の第 2 実施例によるデジタルカメラの処理回路を示す図である。

図 12 は、本発明の第 2 実施例による画像処理方法の流れを示すフロー図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態を示す複数の実施例を図面に基づいて説明する。

(第1実施例)

図2は、本発明の第1実施例による画像処理装置を適用したデジタルカメラ1である。

図2に示すようにデジタルカメラ1は、制御部10、画像入力手段20、記録部30、表示部40およびインターフェイス50などから構成されている。

制御部10は画像入力手段20から出力された電子データを処理するための電気回路である。制御部10は、CPU (Central Processing Unit) 11、ROM (Read Only Memory) 12および処理回路60を有している。ROM12には、制御部10のCPU11および処理回路60で実行されるコンピュータプログラムが記録されている。

図3に示すように処理回路60は、エッジ情報算出手段61、フィルタ情報選択手段63、平滑化処理手段64および書き込み手段65から構成されている。

また、図2に示すように制御部10には、ユーザからの入力を受け付けるための入力手段が接続されている。入力手段としては、ユーザから撮影の実行の指示が入力されるシャッターボタン71、ならびにデジタルカメラ1の種々の機能の操作が入力される複数の入力ボタン72などがある。

画像入力手段20は、集光レンズ21、CCD22およびA/D変換器23を有している。集光レンズ21は被写体からの光をCCD22へ集光する。CCD22は撮像素子を複数有している。CCD22は、水平方向ならびに垂直方向にマトリクス状に複数個配置されている撮像素子からなり、1つの撮像素子が1つの画素を構成している。

撮像素子の受光面側にはそれぞれカラーフィルタが配置されている。カラーフィルタとしては、Cy (Cyan)、Mg (Magenta)、Ye (Yellow) およびG (

Green) からなる補色フィルタが使用されている。CCDの補色フィルタは、例えば図4に示すように配置されている。各カラーフィルタは光の三原色である赤(R)、緑(G)および青(B)のうち次の色の光を透過する。 $Cy = G + B$ 、 $Mg = B + R$ および $Ye = G + R$ である。すなわち、1つのフィルタで2色の光を透過する。

CCD 22の各撮像素子へ入射された光は電気信号に変換されて出力される。CCD 22から出力された電気信号はアナログ信号であるので、A/D変換器23でデジタルの電子データへ変換される。

記録部30は、RAM(Random Access Memory) 31およびフラッシュメモリ 32を有している。RAM 31としては、セルフリフレッシュ機能を有するDRAM(Dynamic RAM)が用いられる。フラッシュメモリ 32は通電しなくても記録内容を保持することができる書き換え可能な記録媒体であり、デジタルカメラ1に内蔵されているか、またはデジタルカメラ1に着脱自在に取り付けられている。

RAM 31は、制御部10で処理またはA/D変換器23から出力されたデジタルの電子データを一時的に記録する。フラッシュメモリ 32は、RAM 31に一時的に記録されている電子データを蓄積して保管する。また、フラッシュメモリ 32には、後述するフィルタ情報が記録されている。

表示部40は、液晶表示装置(LCD) 41およびVRAM(Video RAM) 42を有している。LCD 41はフラッシュメモリ 32に記録されている電子データまたはA/D変換器23から出力されたデジタルの電子データに基づく画像を表示する。VRAM 42にはLCD 41で表示するために電子データから作成される表示データが記録されている。

インターフェイス50は、フラッシュメモリ 32に記録されている電子データを外部の例えばパーソナルコンピュータなどの機器に出力する。

次に、制御部10での処理について詳細に説明する。

前述のように制御部 10 には処理回路 60 が設けられている。処理回路 60 は画像処理を実行するための専用の演算装置である。処理回路 60 は ROM 32 に記録されているコンピュータプログラムにより所定の処理を実行する。

図 1 および図 3 に基づいて、処理回路 60 の各手段によって実行される処理およびその流れについて説明する。処理回路 60 の各手段で実行される処理は、CPU 11 が用いられることなくパイプライン処理される。

(エッジ情報算出手段)

エッジ情報算出手段 61 では、画像入力手段から出力された画像の電子データからエッジ抽出処理を実施する (S101)。抽出されたエッジからそのエッジの勾配と方向とを算出する。

エッジ抽出処理の方法としては、画素の微分値を求めるための Prewitt オペレータを使用する。Prewitt オペレータは以下の式により示される。図 5 に示すように、注目画素を $P(i, j)$ とする。

$$\begin{aligned} \Delta f_x &= \{P(i+1, j-1) - P(i-1, j-1)\} + \{P(i+1, j) - P(i-1, j)\} + \{P(i+1, j+1) - P(i-1, j+1)\} \\ \Delta f_y &= \{P(i-1, j+1) - P(i-1, j-1)\} + \{P(i, j+1) - P(i, j-1)\} + \{P(i+1, j+1) - P(i+1, j-1)\} \end{aligned}$$

上記の式では、図 5 に示すように注目画素 P について近傍領域の画素、本実施例では注目画素 P を中心とした 3×3 のマトリクス 80 を構成する画素から出力される電子データに基づいてエッジ抽出を行う。エッジ抽出では、図 5 の矢印 X 方向および矢印 Y 方向のエッジ成分が検出される。電子データとして画素から出力されるのは、例えば出力が 8 bit の場合 0 から 255 までの 256 段階の階調データである。

次に、上記の式で抽出されたエッジからエッジの勾配およびエッジの方向からなるエッジ情報を算出する (S102)。エッジの勾配の大きさ $grad$ は以下の式 (A) により、エッジの勾配の方向 θ は以下の式 (B) により算出される。

$$G(\varphi) = \sqrt{\Delta f_x^2 + \Delta f_y^2} \quad (A)$$

$$\theta_g = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta f_y}{\Delta f_x} \right) \quad (B)$$

上記の式 (A) および式 (B) に基づいて、エッジ情報算出手段 61 はエッジ情報としての勾配の大きさ $grad$ およびエッジの勾配の方向 θ_g を算出する。

- また、上記の式 (A) の代わりに、次の式 (A1) または式 (A2) によりエッジの勾配の大きさを算出してもよい。式 (A1) または式 (A2) を用いることによって、より高速にエッジの勾配の大きさを求めることができる。

$$grad(\varphi) = |\Delta f_x| + |\Delta f_y| \quad (A1)$$

$$grad(\varphi) = \max(\Delta f_x, \Delta f_y) \quad (A2)$$

- エッジとは画素から出力される電子データの階調が大きく変化する部分、すなわち画像に含まれる対象物と対象物との境界部分である。このエッジでは、エッジの両側で画素から出力される電子データの階調が大きく変化する。この電子データの階調の変化量を勾配の大きさ $grad$ 、電子データの階調の変化が生じている方向が勾配の方向 θ_g ということになる。したがって、図 6 に示すように、エッジ E の方向とエッジの勾配の方向 θ_g とは垂直な関係となる。

- 15 (平滑化強度算出手段)

画像入出力手段 20 から出力された電子データからは、エッジ情報だけでなく、平滑化強度が算出される (S103)。

- 平滑化強度算出手段 62 は、CCD 22 の各画素から出力される電子データに含まれる輝度 Y の情報に基づいて平滑化強度 σ を算出する。平滑化強度 σ は、以下の式 (C) によって算出される。

$$\sigma = N(Y) = \left(\frac{eY}{n} \right)^2 \exp \left(-\frac{2Y}{n} \right) \quad (C)$$

式 (C) において、 e は自然対数、 n はノイズ量が最大となる輝度である。 n は撮影条件に応じて変化し、例えば画素からの出力が 8 bit の 256 階調の本実施

例では、 $n=50$ に設定している。

この式(C)で算出された平滑化強度 σ から平滑化の範囲が算出される。平滑化の範囲は後述するガウス分布により求められる。

(フィルタ情報選択手段)

- 5 エッジ情報算出手段61により算出されたエッジ情報および平滑化強度に基づいて、フィルタ情報選択手段63はフラッシュメモリ32に記録されているフィルタ情報を選択する。フィルタ情報選択手段63は、記録されている複数のフィルタ情報のうち算出されたエッジ情報および平滑化強度に対応したフィルタ情報を選択する(S104)。
- 10 フィルタ情報は、ガウス分布により設定されている平滑化フィルタを上述のエッジ情報に基づいて変形させたものである。ここでは、一例を用いて原理を説明する。本実施例では、注目画素Pを中心とした 5×5 のマトリクスを平滑化の範囲としている。

ガウス分布は以下の式(D)により求められる。

$$15 \quad \delta(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(\frac{n^2(x\cos\theta_g - y\sin\theta_g)^2 + m^2(x\sin\theta_g + y\cos\theta_g)^2}{-2\sigma^2}\right) \quad (D)$$

- 式(D)はガウス分布式の変形であり、短軸方向を $1/n$ および長軸方向を $1/m$ にスケーリングした楕円に変形し、かつ θ_g だけ右回りに回転させたものである。すなわち、 m および n により楕円の形状が変化し、 θ_g により楕円の傾きが変化する。この m および n はスケーリングパラメータであり、上記の式(A)によって
- 20 算出された勾配の大きさ $grad$ に依存している。

エッジの勾配の大きさ $grad$ が大きくなるにつれてスケーリングパラメータ m および n の値(主に n の値)を大きくし、扁平な楕円形状に変形させる。また、勾配の方向 θ_g に応じて回転させることにより図7に示すようにエッジEに沿った平滑化の範囲Aが求められる。すなわち、スケーリングパラメータ m および n の値が

小さいとき図7の破線で示すように平滑化の範囲A1は円形であるのに対し、スケールリングパラメータ m および n 、特に n の値が大きくなるにしたがって図7の実線で示すように平滑化の範囲A2は扁平な楕円形となる。

注目画素Pについてエッジ情報を算出した結果、エッジの勾配が小さいとき注目画素Pの周辺は平坦部であることになる。したがって、注目画素Pから出力された電子データは注目画素Pの周囲の画素に均等に分配される必要がある。そのため、平滑化の範囲は注目画素Pを中心とした円形の範囲となる。

一方、エッジの勾配が大きいつま注目画素Pの周辺はエッジ部であることになる。したがって、注目画素Pから出力された電子データは注目画素Pの周囲のエッジに沿った画素に分配される必要がある。そのため、平滑化の範囲は注目画素Pを中心としてエッジEに沿った楕円形の範囲となる。すなわち、エッジの勾配が大きくなるほど、エッジEに沿って平滑化処理を実施する必要がある。

本実施例では、エッジ情報算出手段61により算出されるエッジの勾配の大きさ $grad$ とスケールリングパラメータ m および n の値とは関連づけられている。そのため、勾配の大きさ $grad$ が決定されると、その勾配の大きさ $grad$ に対応するスケールリングパラメータ m および m が決定される。

図8は、一例として勾配の方向 $\theta_g = 45^\circ$ および平滑化強度 $\sigma = 0.7$ を一定にしてスケールリングパラメータ n を変化させた場合に平滑化の範囲がどのように変化するかを示している。マトリクスは本実施例のように 5×5 に限らず、 3×3 、あるいは 7×7 など適当に設定可能である。

図8から、 $n = 1$ のとき平滑化の範囲は全方向に均一になっていることが分かる。これに対し、 n が大きくなるにしたがって、勾配の方向 θ_g に沿った軸の長さが短くなり、平滑化の範囲がエッジEに沿って集中してくるのが分かる。また、 $n = 3$ より大きくなると平滑化の範囲はほとんど変化しない。したがって、 $\sigma = 0.7$ の場合には有効なスケールリングパラメータ n の範囲は1から3であるといえる。

次に、平滑化強度とスケーリングパラメータとの関係について説明する。平滑化の範囲は上記の式 (D) において平滑化強度 σ の大きさによって変化させることができる。平滑化強度 σ が小さいときは平滑化の効果は小さくなり、平滑化強度 σ が大きいときは平滑化の効果は大きくなる。

- 5 平滑化強度 σ が大きくなると平滑化の範囲が広がるため、スケーリングパラメータ n を大きくすることにより平滑化の範囲を絞り込む必要がある。また、短軸方向のスケーリングパラメータ n のみを変化させるとエッジの平滑化の効果が強くなりすぎるため、長軸方向のスケーリングパラメータ m も変化させる必要がある。

- 10 図 9 には、平滑化強度 σ を変化させたとき、その平滑化強度において平滑化の効果が最も弱いフィルタ情報と、平滑化の効果が最も強いフィルタ情報を示している。図 9 の左の列が平滑化の効果が最も弱いフィルタ情報、右の列が平滑化の効果が最も強いフィルタ情報である。

- 15 図 9 から、平滑化の効果が弱いとき平滑化の範囲は注目画素から均一に分布しており、平滑化の効果が強いとき平滑化の範囲はエッジ周辺に集中していることが分かる。

- 20 フラッシュメモリ 32 には、各パラメータに対応した複数のフィルタ情報が記録されている。この複数のフィルタ情報には、勾配の大きさ $grad$ によって決定されるスケーリングパラメータ m および n 、勾配の方向 θ_g 、ならびに輝度 Y から算出される平滑化強度 σ の値を組み合わせることにより設定されている平滑化の範囲が含まれている。

- 25 フィルタ情報選択手段 63 は、フラッシュメモリ 32 に記録されている複数のフィルタ情報から、特定のフィルタ情報を読み出す。すなわち、エッジ情報算出手段 61 で算出されたエッジの勾配の大きさ $grad$ からスケーリングパラメータ m および n の値を決定する。そして、決定されたスケーリングパラメータ m および n 、勾配の方向 θ_g 、ならびに平滑化強度算出手段 62 により算出された平滑化強度 σ

に基づいて特定のフィルタ情報を選択し、フラッシュメモリ 32 から読み出す。

(平滑化処理手段)

フィルタ情報選択手段 63 によりフィルタ情報が選択されると、注目画素 P から出力された電子データと選択されたフィルタ情報とから平滑化処理が実行される (S105)。平滑化処理は、注目画素 P から出力された電子データの生データにフィルタ情報の数値を乗ずることにより実行される。

例えば、注目画素 P の周囲のマトリクス 80 から算出された勾配の大きさ $grad$ から決定されたスケールパラメータが $m=1.25$ および $n=4$ 、勾配の傾きが $\theta_g=45^\circ$ 、ならびに注目画素 P の輝度 Y に基づいて算出される平滑化強度が $\sigma=0.9$ であった場合、フィルタ情報選択手段 63 により図 10 に示すようなフィルタ情報 90 が選択される。そして、注目画素 P から出力される電子データの生データに図 8 に示すフィルタ情報の数値 (マトリクスの数値/総和) を乗ずることにより、注目画素 P の情報はその注目画素 P を中心とする 5×5 のマトリクス 80 の特定画素に分散される。注目画素 P の情報がマトリクス 80 の特定画素に分散されることにより、注目画素 P の電子データに平滑化処理が行われる。

この平滑化処理を画像を構成する全ての画素すなわち CCD 22 のすべての画素について実施する。平滑化処理は 1 つの画素について周囲 24 個の画素において実施されるので、1 つの画素ごとに 25 回の平滑化処理が実施される。周囲の各画素について実施された平滑化処理の総和が平滑化処理後の電子データとなる。

(書き込み手段)

平滑化処理手段 64 により平滑化処理が完了すると、処理を完了した電子データは書き込み手段 65 により RAM 31 に書き込まれる。

書き込み手段 65 により 1 画像分の電子データが RAM 31 へ書き込まれると、RAM 31 に記憶されている電子データはフラッシュメモリ 32 へ記録されるデータ量を低減するために圧縮処理される。圧縮形式としては、デジタルカメラ 1 で撮

影した画像の場合、J P E G (Joint Photographic Experts Group) あるいはT I F F (Tagged Image File Format) などのファイル形式が使用される。圧縮された電子データはフラッシュメモリ 32 に記録される。

次に、第1実施例のデジタルカメラ1の作動について説明する。

- 5 (1) デジタルカメラ1の図示しない電源スイッチを「ON」にすると、デジタルカメラ1はいつでも撮影可能な待機状態となる。このとき、CCD 22では数分の1秒~数百分の1秒ごとに集光レンズ21により集光された光が電気信号に変換される。変換された電気信号は、A/D変換器23でデジタルの電子データに変換される。ユーザがファインダーとしてLCD 41を使用する場合、A/D変換器
- 10 23から出力されたデジタルの電子データはVRAM 42に転送され、撮影対象が動画としてLCD 41に表示される。

- (2) ユーザによりシャッターボタン71が作動範囲の途中まで押し込まれた「半押し」状態になると、露光およびフォーカスが設定され固定される。撮影時の露光は、制御部10のCPU 11が集光レンズ21の絞りやシャッタースピードすな
- 15 わちCCD 22の電荷蓄積時間を制御することにより変更可能である。デジタルカメラ1のシャッタは、物理的に光を遮る機械的なシャッタ、あるいはCCD 22の電荷蓄積時間を制御する電子シャッタの一方または両方が使用される。

- (3) ユーザによりシャッターボタン71が作動範囲の限界まで押し込まれた「全押し」状態となると、以下のような処理が行われる。まず、被写体に対し正確
- 20 な測光、焦点合わせなどを行う。測光、焦点合わせが完了すると、CCD 22に蓄積されている電荷が一端すべて放電され、その後集光レンズ41により被写体からの光がCCD 22へ入射し、CCD 22は入射した光の光量に応じた電荷の量に基づいて電気信号を出力する。

- (4) CCD 22から出力された電気信号はA/D変換器23によりデジタル
- 25 の電子データに変換される。デジタルの電子データは、高速化のためDMA (

Direct Memory Access) により制御部 10 の CPU 11 を介さずに直接 RAM 31 のアドレスを指定して一時的に記憶される。

(5) RAM 31 に記憶された電子データは処理回路 60 により上述の処理が実施されたあと、適切なカラー画像の電子データとして生成される。そしてフラッシュメモリ 32 への記録枚数を増加させるために、JPEG などのファイル形式の電子データに圧縮される。

(6) 電子データの圧縮が完了すると、電子データは RAM 31 からフラッシュメモリ 32 へ複製され記録される。

以上説明したように、本発明の第 1 実施例によるデジタルカメラ 1 の画像処理方法によると、注目画素 P を通るエッジの勾配の大きさ g rad によって決定されるスケーリングパラメータ n および m 、エッジの勾配の方向 θ g 、ならびに注目画素 P から出力される電子データから算出される平滑化強度 σ に基づいてフィルタ情報が選択され読み出される。そのため、複雑な条件分岐を実施することなく、エッジに沿った最適なフィルタ情報を選択することができる。また、フィルタ情報はあらかじめ設定されフラッシュメモリ 32 に記録されている。すなわち、算出されたエッジ情報および平滑化強度 σ に基づいて、注目画素 P から出力される電子データを処理するための最適なフィルタ情報が選択される。そのため、パイプライン処理により平滑化処理を高速に実行することができる。

したがって、画像のエッジがぼけたり平坦部のノイズが強調されることなく、ノイズを除去することができ、かつ高速にノイズの除去処理をすることができる。

また、フィルタ情報に含まれる平滑化の範囲の情報は、エッジの勾配の大きさが大きくなるにしたがって、平滑化の範囲が円形から楕円形に分布するように設定されている。したがって、平坦部のノイズを強調することなく、エッジの近傍のノイズを集中的に除去することができる。

さらに、エッジ情報および平滑化強度からフィルタ情報を選択することにより、

エッジの勾配に応じた平滑化および輪郭の強調をする機能と、平滑化の範囲を変更する機能とを同時に実施することができる。したがって、高速にノイズの除去処理をすることができる。

(第2実施例)

- 5 本発明の第2実施例によるデジタルカメラの処理回路100を図10、ならびに処理の手順を図11に示す。第1実施例と実質的に同一の構成部位または手順については説明を省略する。

第2実施例は、エッジ情報であるエッジの勾配の大きさ $grad$ および勾配の方向 θ_g を算出することにフィルタ情報を作成する点で第1実施例と異なる。

- 10 図10に示すように、第2実施例によるデジタルカメラの処理回路100は、エッジ情報算出手段101、平滑化強度算出手段102、フィルタ情報作成手段103、平滑化手段104および書き込み手段105を備えている。

- エッジ情報算出手段101および平滑化強度算出手段102は第1実施例と同様である。フィルタ情報作成手段103は、エッジ情報算出手段101により算出されたエッジ情報ならびに平滑化強度算出手段102により算出された平滑化強度に
15 基づいて、第1実施例で説明した式(D)からフィルタ情報が作成される。すなわち、画像を構成する各画素から出力される電子データに基づいてエッジ情報および平滑化強度が算出されることに、各画素についてフィルタ情報が作成されることになる。

- 20 第2実施例では、CCD22から出力された電子データからエッジを抽出し(S201)、抽出されたエッジからエッジ情報を算出する手順(S202)、ならびに平滑化強度を算出する手順(S203)は、第1実施例と同様である。第2実施例では、フィルタ情報作成手段103により算出されたエッジ情報および平滑化強度に基づいて、スケーリングパラメータ m および n が設定される。そして、フィルタ
25 情報作成手段93は、前述の式(D)に基づいてフィルタ情報を作成する(S20

4)。平滑化手段104は、フィルタ情報作成手段103により作成されたフィルタ情報に基づいて、画素から出力された電子データを平滑化処理する(S205)。平滑化された電子データは、書き込み手段105により記録部30のRAM31へ記録される。

- 5 第2実施例では、画素から出力される電子データからエッジ情報および平滑化強度が算出されるごとにスケーリングパラメータ m および n を設定し、各画素に対応したフィルタ情報が作成される。そのため、エッジがばやけることなくより効果的にノイズの除去を実施することができる。

- 10 以上説明した本発明の複数の実施例では、エッジ情報を算出した後に輝度 Y の算出を実施する例について説明したが、輝度 Y の算出を先に実施してもよく、またエッジ情報の算出と輝度 Y の算出を同時に並列処理してもよい。また、輝度 Y に限らず、RGBなどの色成分の強度に基づいて平滑化の範囲を決定することもできる。

- 15 また、本発明の複数の実施例では、平滑化強度 σ ならびにスケーリングパラメータ m および n を変化させることにより平滑化の範囲を変化させている。しかし、平滑化強度 σ を固定しても、スケーリングパラメータ m および n を変化させることにより、平滑化の範囲を変化させることもできる。したがって、平滑化強度 σ の値を一定値に固定し、エッジの勾配の大きさおよび方向に基づいてスケーリングパラメータ m および n を変化させることによって、より高速にフィルタ情報の選択、またはフィルタ情報の作成をすることも可能である。

- 20 さらに、本発明の複数の実施例では、エッジの勾配の大きさおよび方向を抽出する方法としてPrewittオペレータを使用したか、SobelオペレータまたはKirschオペレータなど他のエッジ抽出方法を使用してもよい。

- 25 さらにまた、本発明の複数の実施例では、入力される画像として補色フィルタを用いた256階調のカラー画像について説明したが、その他RGBの原色フィルタを用いたカラー画像、1024階調もしくは4096階調のカラー画像、グレース

ゲールの画像、または2値のモノクロ画像などを入力画像とすることができる。

さらにまた、本発明の複数の実施例では、補色フィルタを有するCCDから出力される電子データの処理について説明したが、補色フィルタに限らず例えばRGBの原色フィルタを用いることも可能である。

- 5 本発明の複数の実施例では画像処理装置としてデジタルカメラに適用したが、デジタルカメラに限らずスキャナや複写機などの画像読み取り装置による画像処理、あるいはプリンタのドライバなどのソフトウェアによる画像処理に本発明を適用することができる。

請求の範囲

1. 入力された画像の電子データを平滑化し、前記電子データに含まれる雑音を除去する画像処理方法であって、

- 5 前記電子データから前記画像のエッジを抽出し、前記エッジの勾配の大きさおよび該勾配の方向からなるエッジ情報を算出するエッジ情報算出段階と、

前記エッジ情報算出段階で算出されたエッジ情報に基づいて、あらかじめ設定されているフィルタ情報を選択するフィルタ情報選択段階と、

- 10 前記フィルタ情報選択段階で選択された前記フィルタ情報に基づいて前記電子データを平滑化処理する処理段階と、
を含むことを特徴とする画像処理方法。

2. 前記フィルタ情報選択段階では、前記勾配の大きさが小さいときには平滑化の範囲が円形状に設定されているフィルタ情報、前記勾配の大きさが大きいときには平滑化の範囲が楕円形状に設定されているフィルタ情報が選択されることを特徴とする請求項1記載の画像処理方法。

- 15 3. 前記フィルタ情報選択段階では、前記勾配の方向と前記平滑化の範囲の傾きとが同一のフィルタ情報が選択されることを特徴とする請求項1または2記載の画像処理方法。

4. 前記電子データから輝度を算出し、前記輝度から平滑化強度を算出する平滑化強度算出段階をさらに含み、

- 20 前記フィルタ情報選択段階では、前記エッジ情報算出段階で算出された前記エッジ情報ならびに前記平滑化強度算出段階で算出された前記平滑化強度に対応するフィルタ情報が選択されることを特徴とする請求項1、2または3記載の画像処理方法。

- 25 5. 入力された画像の電子データを平滑化し、前記電子データに含まれる雑音を

除去する画像処理方法であって、

前記電子データから前記画像のエッジを抽出し、前記エッジの勾配の大きさおよび該勾配の方向からなるエッジ情報を算出するエッジ情報算出段階と、

5 前記エッジ情報算出段階で算出されたエッジ情報に基づいて、フィルタ情報を作成するフィルタ情報作成段階と、

前記フィルタ情報作成段階で作成された前記フィルタ情報に基づいて前記電子データを平滑化処理する処理段階と、

を含むことを特徴とする画像処理方法。

6. 画像情報が入力される入力手段、前記入力手段から出力される電子データを
10 処理するための処理回路、ならびに前記電子データを処理するためのフィルタ情報が記録されている記録部を備える画像処理装置に、入力された画像の電子データを平滑化し、前記電子データに含まれる雑音を除去する処理を実行させるためのコンピュータプログラムが記録された記録媒体であって、

15 前記入力手段から出力される前記電子データから前記画像のエッジを抽出し、前記エッジの勾配の大きさおよび該勾配の方向からなるエッジ情報を算出するエッジ情報算出手順と、

前記エッジ情報算出手順で算出されたエッジ情報に基づいて、前記記録部に記録されている特定のフィルタ情報を選択して読み出すフィルタ情報読み出し手順と、

20 前記フィルタ情報読み出し手順で読み出された前記フィルタ情報に基づいて前記電子データを平滑化処理する処理手順と、

を含むことを特徴とする記録媒体。

7. 前記フィルタ情報読み出し手順で読み出されるフィルタ情報は、前記勾配の大きさが小さいときは円形状の平滑化の範囲、前記勾配の大きさが大きいときは楕円形状の平滑化の範囲となるように設定されていることを特徴とする請求項6記載
25 の記録媒体。

8. 前記フィルタ情報読み出し手順で読み出されるフィルタ情報は、前記勾配の方向と同一の傾きの平滑化の範囲となるように設定されていることを特徴とする請求項6または7記載の記録媒体。

9. 前記電子データから輝度を算出し、前記輝度から平滑化強度を算出する平滑化強度算出手順をさらに含み、

前記フィルタ情報読み出し手順では、前記エッジ情報算出手順で算出された前記エッジ情報ならびに前記平滑化強度算出手順で算出された前記平滑化強度に基づいて、特定のフィルタ情報を前記記録部から読み出すことを特徴とする請求項6、7または8記載の記録媒体。

10. 10. 画像情報が入力される入力手段、ならびに前記入力手段から出力される電子データを処理するための処理回路を備える画像処理装置に、入力された画像の電子データを平滑化し、前記電子データに含まれる雑音を除去する処理を実行させるためのコンピュータプログラムが記録された記録媒体であって、

15 前記入力手段から出力される前記電子データから前記画像のエッジを抽出し、前記エッジの勾配の大きさおよび該勾配の方向からなるエッジ情報を算出するエッジ情報算出手順と、

前記エッジ情報算出手順で算出されたエッジ情報に基づいて、フィルタ情報を作成するフィルタ情報作成手順と、

20 前記フィルタ情報作成手順で作成された前記フィルタ情報に基づいて前記電子データを平滑化処理する処理手順と、

を含むことを特徴とする記録媒体。

11. 画像情報が入力され、前記画像情報を電子データとして出力可能な画像入力手段と、

25 前記画像入力手段から出力された前記電子データから前記画像のエッジを抽出し、前記エッジの勾配の大きさおよび該勾配の方向からなるエッジ情報を算出するエ

ッジ情報算出手段と、

前記エッジ情報に対応して設定されているフィルタ情報が記録されている記録部と、

- 5 前記エッジ情報算出手段により算出されたエッジ情報に基づいて前記記録部に記録されているフィルタ情報を選択するフィルタ情報選択手段と、

前記フィルタ情報選択手段により選択されたフィルタ情報に基づいて前記電子データに平滑化処理を実行する平滑化処理手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

- 1 2. 前記電子データに基づいて輝度を算出し、前記輝度から平滑化強度を算出
10 する平滑化強度算出手段をさらに備え、

前記記録部には、前記エッジ算出手段により算出された前記エッジ情報および前記平滑化強度算出手段により算出された前記平滑化強度に対応して設定されているフィルタ情報が記録されていることを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

- 1 3. 画像情報が入力され、前記画像情報を電子データとして出力可能な画像入
15 力手段と、

前記画像入力手段から出力された前記電子データから前記画像のエッジを抽出し、前記エッジの勾配の大きさおよび該勾配の方向からなるエッジ情報を算出するエッジ情報算出手段と、

- 前記エッジ情報算出手段により算出されたエッジ情報に基づいてフィルタ情報を
20 作成するフィルタ情報作成手段と、

前記フィルタ情報作成手段により作成されたフィルタ情報に基づいて前記電子データに平滑化処理を実行する平滑化処理手段と、

前記平滑化処理された前記電子データを記録可能な記録部と、
を備えることを特徴とする画像処理装置。

1/12

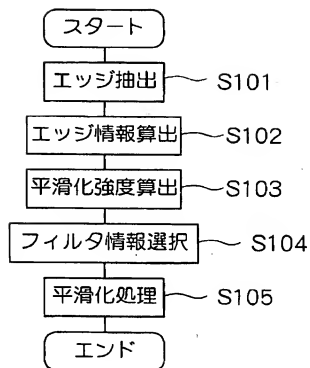


図 1

2/12

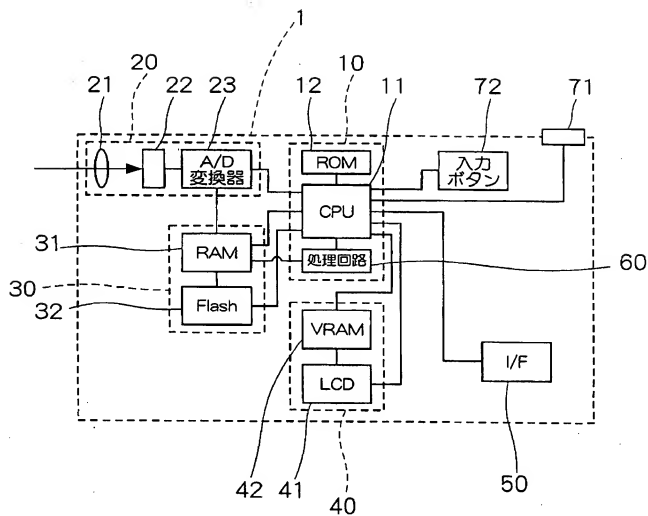
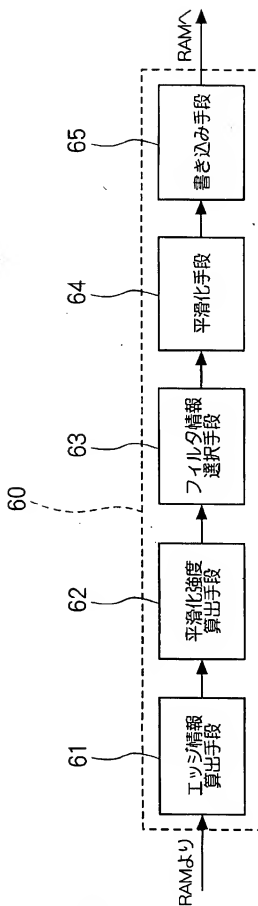


図 2

3/12



4/12

22

Mg	G	Mg	G	Mg	G
Cy	Ye	Cy	Ye	Cy	Ye
Mg	G	Mg	G	Mg	G
Cy	Ye	Cy	Ye	Cy	Ye
Mg	G	Mg	G	Mg	G

5/12

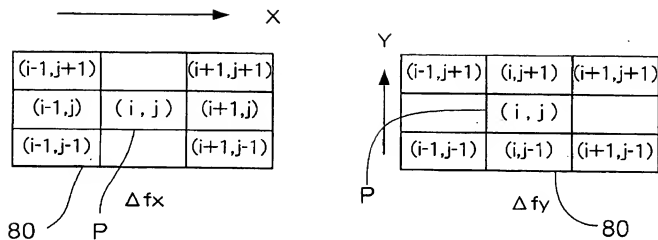


図 5

6/12

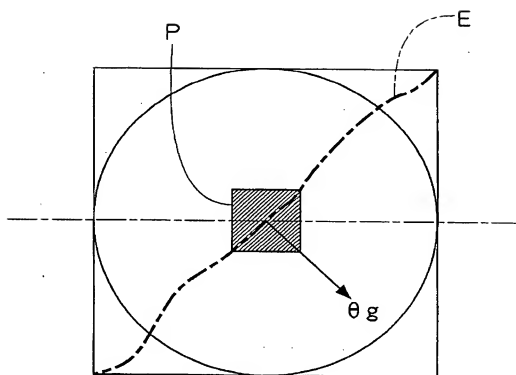


図 6

7/12

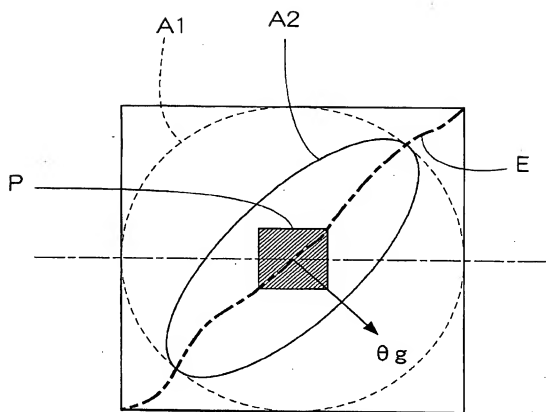


図 7

8/12

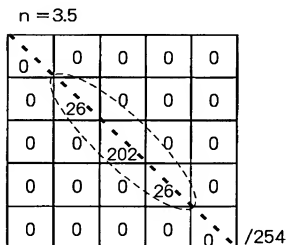
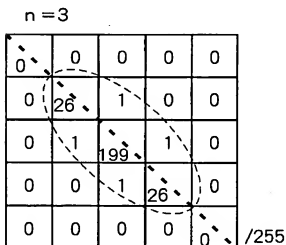
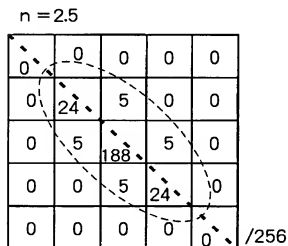
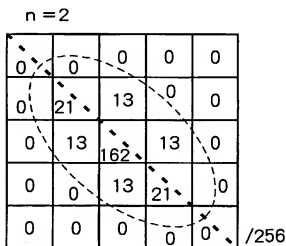
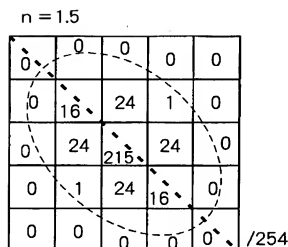
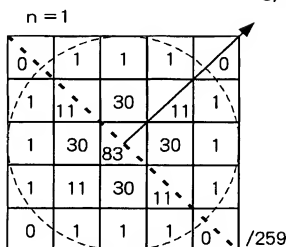


図 8

9/12

 $\sigma=0.5, n=1, m=1, \theta g=45^\circ$

0	0	0	0	0
0	3	21	3	0
0	21	158	21	0
0	3	21	3	0
0	0	0	0	0

/254

 $\sigma=0.5, n=3, m=1, \theta g=45^\circ$

0	0	0	0	0
0	5	0	0	0
0	0	247	0	0
0	0	0	5	0
0	0	0	0	0

/257

 $\sigma=0.7, n=1, m=1, \theta g=45^\circ$

0	1	1	1	0
1	11	30	11	1
1	30	83	30	1
1	11	30	11	1
0	1	1	1	0

/259

 $\sigma=0.7, n=3, m=1, \theta g=45^\circ$

0	0	0	0	0
0	26	1	0	0
0	1	199	1	0
0	0	1	26	0
0	0	0	0	0

/255

 $\sigma=0.8, n=1, m=1, \theta g=45^\circ$

0	1	3	1	0
1	13	29	13	1
3	29	64	29	3
1	13	29	13	1
0	1	3	1	0

/252

 $\sigma=0.8, n=3.5, m=1, \theta g=45^\circ$

0	0	0	0	0
0	37	1	0	0
0	1	177	1	0
0	0	1	37	0
0	0	0	0	0

/255

 $\sigma=0.5, n=1, m=1, \theta g=45^\circ$

0	2	4	2	0
2	15	27	15	2
4	27	51	27	4
2	15	27	15	2
0	2	4	2	0

/251

 $\sigma=0.9, n=4, m=1.25, \theta g=45^\circ$

0	0	0	0	0
0	28	1	0	0
0	1	195	1	0
0	0	1	28	0
0	0	0	0	0

/255

 $\sigma=1.0, n=1, m=1, \theta g=45^\circ$

1	3	6	3	1
3	15	25	15	3
6	25	41	25	6
3	15	25	15	3
1	3	6	3	1

/253

 $\sigma=1.0, n=4.5, m=1.5, \theta g=45^\circ$

0	0	0	0	0
0	22	1	0	0
0	1	209	1	0
0	0	1	22	0
0	0	0	0	0

/257

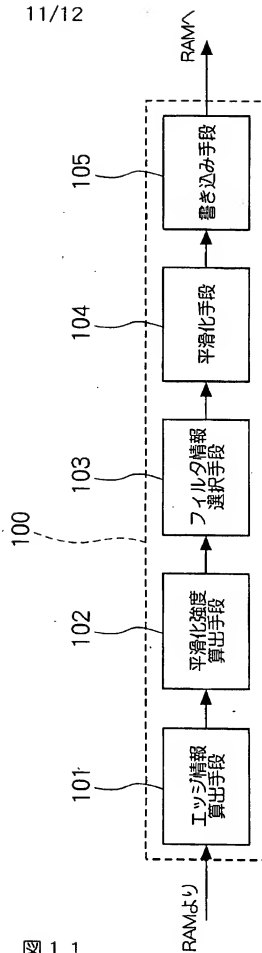
10/12

90

0	0	0	0	0
0	28	1	0	0
0	1	195	1	0
0	0	1	28	0
0	0	0	0	0

10

11/12



12/12

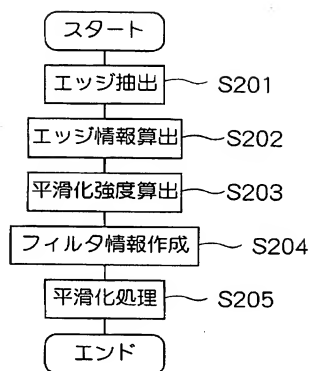


図 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H04N1/409, G06T5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H04N1/40-1/409, H04N1/46, H04N1/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 7-170420 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 04 July, 1995 (04.07.95), Full text; Figs. 20 to 26 & US 5742410 A	1-3, 6-8, 11 4, 5, 9, 10, 12, 13
Y	JP 10-208038 A (Sharp Corporation), 07 August, 1998 (07.08.98), Full text; all drawings (Family: none)	4, 5, 9, 10, 12, 13
Y	JP 6-30308 A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 04 February, 1994 (04.02.94), Full text; all drawings (Family: none)	4, 5, 9, 10, 12, 13
Y	JP 2000-101842 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 07 April, 2000 (07.04.00), Full text; all drawings (Family: none)	4, 5, 9, 10, 12, 13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 September, 2001 (28.09.01)

Date of mailing of the international search report
09 October, 2001 (09.10.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 'H04N1/409, G06T5/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 'H04N1/40-1/409, H04N1/46, H04N1/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 7-170420 A (富士ゼロックス株式会社) 4. 7 月. 1995 (04. 07. 95), 全文, 第20-26図 & US 5742410 A	1-3, 6-8, 11 4, 5, 9, 10, 12, 13
Y	JP 10-208038 A (シャープ株式会社) 7. 8月. 1 998 (07. 08. 98), 全文, 全図 (ファミリーなし)	4, 5, 9, 10, 12, 13
Y	JP 6-30308 A (松下電器産業株式会社) 4. 2月. 1 994 (04. 02. 94), 全文, 全図 (ファミリーなし)	4, 5, 9, 10, 12, 13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 09. 01

国際調査報告の発送日

09.10.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JPO)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中純

5V

9074

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2000-101842 A (大日本スクリーン製造株式会社) 7. 4月. 2000 (07..04. 00), 全文, 全図 (ファミリーなし)	4, 5, 9, 10, 12, 13